

**Vergleichende Untersuchungen
über die Größenverhältnisse
des Ohrlabyrinths einheimischer Säugetiere**

Inauguraldissertation
der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen
zur Erlangung des Doktorgrades

Vorgelegt von
Rudolf Müller
aus Bamberg



AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT
GEEST & PORTIG K.-G., LEIPZIG

1957

Als Dissertation genehmigt
von der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Erlangen

Tag der mündlichen Prüfung: 18. 7. 1956
Dekan: Universitätsprofessor Dr. Th. Schneider
Berichterstatter: Universitätsprofessor Dr. W. Neuhaus
Berichterstatter: Universitätsprofessor Dr. H. J. Stammer

Sonderdruck aus:
Gegenbaurs Morphologischem Jahrbuch, Band 98, Heft 3/4

Vergleichende Untersuchungen
über die Größenverhältnisse
des Ohrlabyrinths einheimischer Säugetiere

Inauguraldissertation
der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen
zur Erlangung des Doktorgrades

Vorgelegt von
Rudolf Müller
aus Bamberg



AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT
GEEST & PORTIG K.-G., LEIPZIG

1957

*Aus dem Zoologischen Institut der Universität Erlangen
(Direktor: Prof. Dr. Stammer)*

Vergleichende Untersuchungen über die Größen- verhältnisse des Ohrlabyrinths einheimischer Säugetiere*)

Von

Rudolf Müller

Mit 6 Abbildungen und 5 Tabellen im Text

(Eingegangen am 13. März 1957)

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	498
2. Methodik	499
a) Material	499
b) Bearbeitung	499
c) Mazeration	499
d) Os petrosum	500
e) Einbettung und Ausguß	500
f) Korrosion	502
g) Meßverfahren	502
3. Meßwerte	503
a) Übersicht der untersuchten Tiere	503
b) Meßergebnisse	504
c) Mittelwerte	510
d) Diskussion und Auswertung der Meßwerte	512
e) Schlußbetrachtung	521
f) Zusammenfassung	521
4. Schrifttum	522

1. Einleitung

Seit langer Zeit ist bekannt, daß bestimmte Organe oder Organteile verschiedener Tiere im Verhältnis zum Gesamtkörper schneller (positiv allometrisch) oder langsamer (negativ allometrisch) oder im gleichen Verhältnis (isometrisch) wachsen und daß die Maße einander entsprechender Organe größenverschiedener Tiere gesetzmäßige Be-

*) Die Arbeit wurde von Prof. Dr. W. Neuhaus, Erlangen, angeregt.

ziehungen aufweisen. Rensch hat darüber zusammenfassend folgende der wichtigsten Regeln aufgestellt: 1. Bei Vergleich verschieden großer verwandter Tierarten mit ähnlicher Lebensweise erweisen sich die Köpfe, Hirne, Augäpfel, Herzen, Lebern und Nieren der größeren Formen als relativ kleiner als bei kleineren Formen. 2. Große Warmblüter haben allgemein relativ kürzere Haare bzw. Federn des Kleingefieders als verwandte kleinere Formen. 3. Die relative Darmlänge ist dagegen bei großen Arten bedeutender als bei kleineren Formen. 4. Auch das relative Gewicht der Knochen ist bei großen Arten bedeutender als bei kleineren Arten gleicher Verwandtschaft und ähnlicher Lebensweise.

In der vorliegenden Arbeit sollen derartige Beziehungen des Ohrlabyrinthes, als Sitz des stato-akustischen Organes, untersucht werden. Zu diesem Zweck wurden Ausgüsse des Ohrlabyrinthes einheimischer Insektenfresser, Nagetiere und Raubtiere hergestellt und vergleichenden Messungen unterzogen.

2. Methodik

a) Material

Zur Untersuchung wurden vom Sommer 1951 bis zum Herbst 1954 Insektenfresser, Nagetiere und Raubtiere gesammelt. Die Tiere stammen fast durchweg aus der Umgebung Erlangens. Sie wurden, soweit es sich um kleinere Insektenfresser und kleinere Nager handelt, in Schlagfallen mit Speck und Erdnüssen als Köder aus den verschiedensten Biotopen gefangen. Ein Teil der Tiere rührt von Lieferungen an das Zoologische Institut her, ein anderer Teil, besonders Pelztiere, wurde von einer Erlanger Fellhandlung nach dem Ausbalgen zur Verfügung gestellt. Nur von ganz wenigen Tieren ist der genaue Herkunftsort unbekannt.

b) Bearbeitung

Soweit die Tiere noch lebten, wurden sie mit Chloroform getötet. Sodann wurde das Gesamtkörpergewicht der Tiere je nach ihrer Größe mittels einer Analysen-, Neigungs- oder Tafelwaage festgestellt und die Kopf-Rumpf- sowie die Schwanzlänge gemessen. Anschließend wurden die Tiere dekapitiert und der Schädel in der Medianebene gespalten, um das Gehirn zur Wägung entnehmen zu können. Diese erfolgte auf einer der beiden zuerst genannten Waagen.

Der Bestimmung der Tiere dienten die Tabellen nach Mohr und Brohmer.

c) Mazeration

Die Schädel der Tiere wurden so gut wie möglich von Fell- und Fleischteilen befreit, in ein Glasgefäß gelegt, reichlich mit Wasser übergossen und verschlossen in einen Thermostaten bei 38° C gestellt (Siebenmann). Bei größeren Tieren wurde vielfach nur die Umgebung des Felsenbeines herausgesägt und ebenso verfahren. Die eintretende Fäulnismazeration befreite

die Knochen in einigen Tagen von den anhängenden Fleischteilen. Bei schon stark in Verwesung geratenen Tieren erwies es sich als zweckmäßig, das Wasser in 1- bis 2tägigem Wechsel zu erneuern, desgleichen bei Tieren, die zur Aufbewahrung schon in Alkohol oder anderen Konservierungsmitteln gelegen hatten.

Nachdem die Mazeration beendet war — sie betrug zwischen 5 und 20 Tagen —, wurden die *Ossa petrosa* aus dem Knochenverband gelöst, die äußeren Gehörgänge entfernt und die Gehörknöchelchen, soweit möglich, herausgenommen. Sodann wurden die Knochen $\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden gekocht, um Verunreinigungen aus dem Labyrinth zu lösen. Soda oder Wasserstoffsuperoxyd durfte hierbei nicht zugesetzt werden, weil dadurch die schwachen und zerbrechlichen Knochen leicht zu spröde und porös wurden. Ähnlich nachteilig konnte sich auch eine zu lange dauernde Mazeration bemerkbar machen. Anschließend wurden die Knochen in fließendem Wasser gespült und getrocknet.

d) *Os petrosum*

Zur Erläuterung des Ausgußverfahrens sei kurz eine Beschreibung der Schläfenbeingegend gegeben, in der sich das Felsenbein mit dem Labyrinth befindet. Der in den Grundzügen übereinstimmende Bau sei kurz für die Maus angedeutet. Von außen auf das *Os petrosum* blickend, sieht man zunächst den äußeren knöchernen Gehörgang, der sich nach hinten oben öffnet und nach unten in die die Paukenhöhle umschließende *Bulla ossea* übergeht. Nach deren Entfernung treten die Umrisse des knöchernen Innenohres mit *Fenestra rotunda* und *Fenestra ovalis*, der Gehörknöchelchen und der nach rückwärts gerichteten Schnecke zutage. Sieht man von innen auf die *Pars petrosa ossis temporalis*, so fällt zunächst die *Fossa mastoidea* auf. Darüber zieht sich der *Canalis semicircularis* hinweg; darunter liegen zwei Öffnungen; die vordere ist die *Apertura interna canalis nervi facialis*, die hintere der *Meatus acusticus internus*.

e) Einbettung und Ausguß

Im Prinzip wurde nach dem von Siebenmann für Ausgüsse des menschlichen Ohres angegebenen Verfahren gearbeitet. Wegen einiger notwendiger Änderungen sei jedoch der ganze Vorgang kurz aufgezeichnet.

Am gut getrockneten und nach verschiedenen Richtungen ausgeklopften Felsenbein wurden sämtliche Öffnungen bis auf die *Fenestra ovalis* zugeklebt. Dazu wurde einer der handelsüblichen Alleskleber („Uhu“ oder „Peligom“) verwendet, der schnell trocknet und fast nicht zerfließt. Besonders bei größeren Felsenbeinen wurden dann hervorspringende Kanten und Spitzen, die keinerlei Innenräume des Labyrinthes enthalten, entfernt, um das Felsenbein für die nachfolgende „Einbettung“ möglichst günstig zu gestalten. Über die Ausdehnung der Labyrinthinnenräume kann man sich leicht einen Überblick verschaffen, wenn man das Felsenbein kurze Zeit in Benzol oder Methylbenzoat legt; dann wird der Knochen bei schwacher Vergrößerung gut durchsichtig. Zunächst wurde die *Fossa mastoidea* mit Gipsbrei mittels eines feinen Pinsels gefüllt und sodann der ganze Knochen derart mit Gips überzogen, daß um die *Fenestra ovalis* ein trichterförmiger Krater entstand, der je nach

Objektgröße eine Höhe von 1 bis 5 mm aufwies, bei einer oberen Öffnungsweite von 1,5 bis 4 mm, während die untere Weite vom Durchmesser des ovalen Fensters bedingt war. Dieses Eingipsen mußte bei den oft nur 2 mm kleinen Felsenbeinen der Spitzmäuse unter dem Binokular durchgeführt werden. In den Krater wurde ein Trichter mit Hilfe eines um das ganze Felsenbein herumgelegten Stoffstreifens eingeleimt. Dieser Trichter wurde aus mittelstarkem gutem Schreibmaschinenpapier mit einem Öffnungswinkel von 15° bis 20° , einer Höhe von 6 bis 7 cm und einer Öffnung entsprechend dem ovalen Fenster geklebt. In den Trichter wurde ein dünner Draht (Mandrin) gesteckt und in die Öffnung des Knochens eingeführt, so daß ein fester Sitz gewährleistet war. Außerdem sollte der Draht dazu dienen, die Trichteröffnung frei zu halten. Der Trichter wurde oben mit einem nichtfasernen Mulltupfer verschlossen, damit keine Verunreinigungen eindringen konnten. Das Felsenbein wurde dann bis zur Trichtermitte mit einem nicht zu dünnen Gipsbrei bestrichen; dadurch bekam der Trichter einen festen Halt.

Nachdem der Gips gut getrocknet war, konnte der eigentliche Guß durchgeführt werden. Die eingebetteten Felsenbeine wurden in schwerschmelzbare Zentrifugengläser von etwa 24 mm Innendurchmesser gestellt und diese meist zu vierein in ein Metallgefäß gebracht, dessen Boden mindestens 3 cm mit Sand bedeckt war; anschließend wurde noch Sand bis 1 cm unter den Oberrand der Gläser eingefüllt. Das Gefäß wurde hierauf so lange erhitzt, bis die Temperatur im Innern der Papiertrichter auf 90°C angestiegen war. In der Zwischenzeit wurde das Ausgußmaterial, Woodsches Metall (Merek, Darmstadt), in einem Aluminiumgefäß im Wasserbad auf 100°C erhitzt und nach Wegnahme der Trichterverschlüsse und Mandrins bis 1 cm unter den Trichterrand eingegossen. Um das Eindringen des Ausgußmetalls in die feinen Hohlräume des Ohrlabyrinths zu sichern, wurden nun die eingebetteten Objekte mit dem Gußmaterial in den Gläsern in eine Zentrifuge gebracht und kurzzeitig zentrifugiert (etwa 500 Umdrehungen/Minute). Die Dauer und die Umdrehungszahl des Zentrifugierens war gerade dann richtig gewählt, wenn kleine Tropfen des Woodschen Metalls durch die Gipsumkleidung des Felsenbeines hindurchgedrungen waren. Dann war auch die Gewähr gegeben, daß das Ausgußmetall die Labyrinthhohlräume erfüllt hatte, wenn diese überhaupt bei der Mazeration leer geworden waren. Durch das Vorwärmen der eingebetteten Objekte behielt das Woodsche Metall auch noch während des Zentrifugierens seinen flüssigen Zustand bei. Woodsches Metall eignet sich wegen seines Gehaltes an Wismut ganz besonders für die Herstellung solch feiner Ausgüsse, da es die Eigenschaft hat, sich beim Erkalten in diesem Temperaturbereich auszudehnen und so in die feinen Kanäle und Vertiefungen einzudringen.

Zum Erkalten wurden die Ausgüsse in kaltes Wasser gestellt und nachher der Gips vorsichtig entfernt. Dann wurden überschüssige Metallteile, die durch feinere Knochenöffnungen oder durch die Gipsumhüllung gedrungen waren, mit Feile und Messer abgetragen, so daß das Felsenbein äußerlich frei von Metall war. Das war erforderlich, um die nachfolgende Korrosion des Knochens zu erleichtern; außerdem war es wesentlich einfacher, überschüssiges Metall in diesem Zustand zu entfernen als an den sehr empfindlichen fertigen Ausgüssen.

f) Korrosion

Die Korrosion, d. h. die Auflösung des Knochens, geschah mit 10%iger Kalilauge, indem die Felsenbeine in einem verschließbaren Glasgefäß reichlich mit Kalilauge übergossen und in einen Thermostaten bei 38° C für 1 bis 12 Tage gestellt wurden. Die wünschenswerte Temperatur von 50° C konnte nicht eingestellt werden, da gleichzeitig in dem Thermostaten mazeriert wurde. Nachdem die Lauge die organischen Bestandteile des Knochens gelöst hatte, wurde sie abgehebert, das Objekt gespült und wir ließen 5%ige Salzsäure $\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden in Dunkelheit einwirken, um die anorganischen Knochenbestandteile in Lösung zu bringen. Der nun völlig vom Knochen befreite Ausguß wurde mehrere Stunden in fließendem Wasser gespült und mittels Alkohol getrocknet.

g) Meßverfahren

Um die Ausgüsse vergleichend untersuchen zu können, wurden sie mit Hilfe eines Zeichenokulares abgezeichnet, und zwar in den verschiedenen Stellungen, die für vergleichende Messungen von Interesse waren:

- Aufsicht auf die Schnecke von außen und innen zur Bestimmung der Zahl der Schneckenwindungen, der Schneckenlängen und der Dicke der Basalwindungen,
- Seitenansicht der Schnecke zur Bestimmung der Höhe,
- 3 Ansichten auf jeweils einen der drei Bogengänge.

Bei der Bestimmung der Zahl der Schneckenwindungen wurde die für die Zahl der Umgänge bei Schneckenschalen übliche Methode verwendet: Die Zählung beginnt am innersten Punkt des kleinen Halbrundes, das bei der Betrachtung der Schnecke von außen deutlich hervortritt (bei *a* in Abb. 1) und folgt der durch den Pfeil und die punktierte Linie angedeuteten Richtung. Dann ist bei *b* der erste Umgang zu Ende. Strenggenommen ist er es erst bei *c*, wo der Pfeil seiner Anfangsrichtung parallel steht. Die Windungszahl ist dann $\frac{1}{4}$ Umgang weniger (Brohmer). Das Ende der Schnecke wurde an der Verbindungslinie zwischen ovalem und rundem Fenster angenommen.

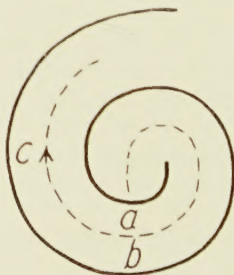


Abb. 1

Zur Bestimmung der Schneckenlänge wurde die in der Aufsicht gezeichnete äußere Schneckenspirale vom runden Fenster bis zur Schneckenspitze gemessen. Da diese Länge nur die Projektion (*p*) der wirklichen Schnecken-

länge (l) darstellt, wurde unter Berücksichtigung der Schneckenhöhe (Entfernung rundes Fenster — Schneckenspitze: h) die wirkliche Schneckenlänge nach der Formel $l = \sqrt{p^2 + h^2}$ annähernd errechnet. Denkt man sich nämlich die räumliche Schneckenspirale in die Ebene abgewickelt, so entsteht etwa ein rechtwinkliges Dreieck mit der Hypothense l und den Katheten p und h .

Die Länge der Basalarmembran ist direkten Messungen nicht zugänglich. Ihre mittlere Länge entspricht der mittleren Schneckenlänge. Diese ergibt sich als arithmetisches Mittel von äußerer und innerer Schneckenlänge. Letztere konnte leicht in die in Aufsicht gezeichnete Schneckenspirale eingetragen werden, da die Breite der Basalwindung und die Breite an der Spitze direkt zu sehen und zu messen sind. Die Messung erfolgte dann analog zu der der äußeren Schneckenlänge, diesmal in Höhe des ovalen Fensters beginnend.

Die an einer großen Zahl von Ausgüssen durchgeführten Längenbestimmungen ergaben eine durchschnittliche mittlere Schneckenlänge (= Länge der Basalarmembran) von 60% der äußeren Schneckenlänge.

Die freien mittleren Bogengangslängen (ohne Ampullen) wurden aus den Zeichnungen entnommen. Dabei wurde der gemeinsame Schenkel von oberem und hinterem Bogengang bei jedem derselben mitgerechnet.

Das Volumen der Ausgüsse und damit der Labyrinthhöhlräume ergab sich durch Wägung der Ausgüsse, da das spezifische Gewicht des Ausgüßmetalls bekannt war (9,7).

Da entsprechend den einleitenden Bemerkungen die absoluten Maße der Labyrinth nur unzulängliche Vergleiche zwischen verschiedenen Tierarten ermöglichen, wurden außerdem folgende Werte bestimmt, um vergleichen zu können: das Körpergewicht und die Kopfumpflänge als Maße für die Gesamtkörpergröße; das Hirngewicht als repräsentatives Maß für das Nervensystem, von dem das Labyrinth einen funktionellen Teil darstellt. Vom Labyrinth, als morphologisch mannigfaltig differenziertem Organ, mußten mehrere Meßwerte herangezogen werden; bestimmt wurden das Labyrinthvolumen als Maß für das stato-akustische Organ in seiner Gesamtheit sowie die Schnecken- und die Bogengangslänge, da sie einerseits die funktionell verschiedenen Teile weitgehend kennzeichnen, andererseits hinreichend genau bestimmbar sind.

Zur Untersuchung wurden, wie schon erwähnt, einheimische Säugetiere verwendet, und zwar aus jenen Ordnungen, bei denen verschiedene Arten erhebliche Größenunterschiede aufweisen.

3. Meßwerte

a) Übersicht der untersuchten Tiere

Insectivora	Zahl der Tiere Aus- güsse	
1 <i>Crociodura leucodon</i> Hermann, 1780, Feldspitzmaus...	9	12
2 <i>Sorex araneus</i> Linnaeus, 1758, Waldspitzmaus	11	14
3 <i>Neomys fodiens</i> Pennant, 1774, Wasserspitzmaus ..	2	2

4	<i>Talpa europaea</i> Linnaeus, 1758, Gemeiner Maulwurf.	3	4
5	<i>Erinaceus europaeus</i> Linnaeus, 1758, Igel	4	4
Rodentia			
6	<i>Mus musculus</i> Linnaeus, 1758, Hausmaus	27	42
7	<i>Apodemus sylvaticus</i> Linnaeus, 1758, Waldmaus ...	48	76
8	<i>Microtus arvalis</i> Pallas, 1779, Feldmaus	3	4
9	<i>Microtus agrestis</i> Linnaeus, 1761, Erdmaus	5	5
10	<i>Pitymys subterraneus</i> de Sélys Longchamps, 1835, Kurzohrmaus	3	3
11	<i>Clethrionomys glareolus</i> Schreber, 1780, Rötelmaus .	9	11
12	<i>Arvicola terrestris</i> Linnaeus, 1758, Schermaus	4	4
13	<i>Rattus rattus</i> weiß, Weiße Ratte	4	5
14	<i>Rattus norvegicus</i> Berkenhout, 1769, Wanderratte .	10	13
15	<i>Ondatra zibethica</i> Linnaeus, 1766, Bisamratte	7	8
16	<i>Mesocricetus auratus</i> Waterhouse, 1839, Gold- hamster	4	6
17	<i>Glis glis</i> Linnaeus, 1766, Siebenschläfer	3	3
18	<i>Sciurus vulgaris</i> Linnaeus, 1758, Eichhörnchen.....	3	3
19	<i>Cavia cobaya</i> Margr., Meerschweinchen	8	9
Lagomorpha			
20	<i>Oryctolagus cuniculus</i> Linnaeus, 1758, Kaninchen...	3	4
21	<i>Lepus europaeus</i> Pallas, 1778, Gemeiner Hase	5	7
Carnivora			
22	<i>Mustela nivalis</i> Linnaeus, 1766, Kleines Wiesel	1	2
23	<i>Mustela erminea</i> Linnaeus, 1758, Großes Wiesel ...	2	4
24	<i>Mustela putorius</i> Linnaeus, 1758, Iltis	1	2
25	<i>Martes foina</i> Erxleben, 1777, Stein- oder Hausmarder	2	3
26	<i>Martes martes</i> Linnaeus, 1758, Baum- oder Edelmarder	1	2
27	<i>Felis domestica</i> Schreber, 1777, Hauskatze.....	1	1
28	<i>Vulpes vulpes</i> Linnaeus, 1758, Fuchs	1	1
29	<i>Canis familiaris</i> Linnaeus, 1758, Haushund	2	3

b) Meßergebnisse

Die Wägungen, die bis zu 5 g mit einer Analysenwaage durchgeführt wurden, sind genau auf ± 1 mg. Bei der Hirnentnahme konnte jedoch nicht immer garantiert werden, daß genau das vollständige Hirn und keine sonstigen Teile mit erfaßt wurden. Es besteht bei kleinen Hirnen bis 2 g eine Schwankung von ± 10 mg,

bei größeren eine solche von ± 20 mg und bei jenen über 10 g eine Unsicherheit von ± 50 mg. Der Umgangssprache folgend, wurde in der vorliegenden Arbeit von Gewichten gesprochen mit der Maßangabe in Gramm.

Die Wägungen zur Volumenbestimmung der Labyrinth wurden auf $\frac{1}{10}$ mg genau durchgeführt. Es ist jedoch möglich, daß an manchem Ausguß etwas überschüssiges Metall anhaftete — die Beseitigung wäre nur unter der Gefahr der Zerstörung bei den oft sehr kleinen Objekten möglich gewesen — oder daß infolge schlechter Mazeration sich die Hohlräume nur unvollständig gefüllt hatten. Die Schwankung beträgt hier bei Ausgüssen bis zu $5 \text{ mm}^3 \pm 0.1 \text{ mm}^3$, bei größeren bis $20 \text{ mm}^3 \pm 0.3 \text{ mm}^3$, darüber $\pm 0.5 \text{ mm}^3$.

Die Schneckenlängen, Schneckenhöhen und Bogengangslängen wurden an Hand von Zeichnungen der Ausgüsse (Vergrößerung 18- oder 35fach) bestimmt. Da die Objekte eine ziemliche räumliche Ausdehnung besitzen, ließ sich beim Zeichnen immer nur eine Ebene scharf einstellen und genau zeichnen. Die durch die Unschärfe hervorgerufene Ungenauigkeit ergab eine Unsicherheit von ± 0.05 mm bei wirklichen Längen bis 10 mm, darüber betrug sie ± 0.1 mm.

Meßwerte, die auf Schätzungen beruhen, sind mit „+“ gekennzeichnet. Es wurden nur solche Schätzwerte angegeben, für die gute Anhaltspunkte vorlagen; derartige Schätzungen wurden nur bei relativ selteneren und schwer beschaffbaren Tieren angewendet. (Beispiele für gute Anhaltspunkte: Bekannt war das Körpergewicht des ausgebalgten Tieres oder das Körpergewicht nach Entnahme der Eingeweide; geringe Beschädigung des Gehirns oder des Labyrinthausgusses.)

Stand von einer Tierart reichlich Material zur Verfügung, so wurden nur völlig erwachsene Tiere zu den Messungen herangezogen (z. B. Waldspitzmaus, Hausmaus, Waldmaus).

Die Ordnung der Insektenfresser weist in der heimischen Fauna nur wenige Arten auf; 5 Arten konnten in der vorliegenden Arbeit zur Untersuchung herangezogen werden.

Die Durchschnittsmeßwerte der kleinsten und größten Arten verhalten sich hinsichtlich

des Körpergewichtes wie	1:85
des Hirngewichtes wie	1:30
der Körperlänge wie	1:4

des Labyrinthvolumens wie 1:10
 der Schneckenlänge wie 1: 2
 der Bogengangslänge wie 1: 2.

Die den Spitzmäusen zugehörigen Vertreter zeigen den mäuseähnlichen Habitus, während Maulwurf und Igel einen gedrungenen, fast plumpen Körperbau aufweisen. Bei den Feldspitzmäusen mußte wegen der geringen Fangzahl auch eine Reihe noch nicht völlig adulter Tiere mitverarbeitet werden. Dadurch erniedrigten sich die Durchschnittsmeßwerte. Sie dürften in Wirklichkeit denen der Waldspitzmäuse gleichkommen.

Die knöchernen Labyrinth weisen bei den Spitzmäusen fast Übereinstimmung mit denen der Mäuse auf. Das Os petrosum befindet sich nur in losem Verband mit der übrigen Schädelkapsel, die Bulla ossea ist leicht abzutrennen. Beim Maulwurf hingegen ist das Felsenbein fest mit den benachbarten Schädelknochen verwachsen, ebenso wie die Bulla mit der kleinen äußeren Gehörgangsöffnung. Beim Felsenbein des Igels fällt die gedrungene kräftige Form mit der im Gegensatz zu den bereits erwähnten Vertretern sehr kleinen Fossa mastoidea auf. Die Windungszahl der Schnecke beträgt fast einheitlich 1,5 Windungen (Maulwurf 2,5).

Die Gesamtheit aller Meßergebnisse kann nicht ausführlich mitgeteilt werden, sie ist jedoch im Zoologischen Institut der Universität Erlangen erhältlich. Als Beispiel wird allein *Apodemus sylvaticus* angeführt.

Abkürzungen

Nr.	= Objektnummer	VB	= mittlere Länge des vorderen
l	= links		Bogenganges in Millimeter
r	= rechts		(ohne Amp.)
G	= Geschlecht	HB	= mittlere Länge des hinteren
KG	= Körpergewicht in Gramm		Bogenganges in Millimeter
HG	= Hirngewicht in Gramm		(ohne Amp.)
KRL	= Kopf-Rumpf-Länge in	SB	= mittlere Länge des seitlichen
	Millimeter		Bogenganges in Millimeter
LV	= Labyrinthvolumen in		(ohne Amp.)
	Kubikmillimeter	GB	= mittlere Gesamtbogengangs-
SL	= äußere Schneckenlänge in		länge in Millimeter (ohne
	Millimeter		Amp.)
SH	= Schneckenhöhe in	H	= Herkunft der Tiere
	Millimeter	E	= Erlangen
WZ	= Zahl der Schnecken-	B	= Bamberg
	windungen		

Tabelle 1 *Apodemus sylvaticus* Linn. 1758

Nr.	G	KG	KRL	HG	LV	SL	SH	WZ	VE	HB	SB	GB	H
62	r	—	20,00 ⁺	100	0,45	3,09	8,60	1,62	2,06	4,23	3,72	—	E
78	r	m	25,00	99	0,50	3,67	9,45	1,70	2,13	4,69	4,45	3,12	B
80	r	w	23,00	98	0,52	3,50	9,38	1,65	2,06	4,17	3,58	2,39	E
	l					3,61	9,38	1,65	2,06	4,14	—	—	
97	r	—	25,00	91	0,525	3,51	9,03	1,68	2,06	4,86	4,26	2,69	E
	l					3,40	9,18	1,70	2,06	4,74	4,57	2,80	
100	r	—	20,00	96	0,45 ⁺	3,42	9,42	1,64	2,13	4,92	4,85	2,73	E
	l					3,40	9,50	1,64	2,13	4,60 ⁺	4,75	2,85	
106	r	m	14,50	78	0,56	3,82	9,40	1,69	2,00	4,65	4,12	2,63	E
	l					3,82	9,42	1,67	2,00	4,57	4,18	2,80	
132	r	m	17,00	82	0,58	3,76	9,84	1,67	2,00	4,49	4,46	2,92	E
	l					3,76	9,84	1,67	2,00	4,57	4,52	3,03	
201	r	m	16,95	80	0,41	3,82 ⁺	9,56	1,69	2,06	4,63	4,00	2,86	E
	l					3,76 ⁺	9,53	1,67	2,06	4,57	4,06	—	
202	r	m	23,75	98	0,54	3,98	9,55	1,66	2,06	4,75	4,40	2,75	E
	l					4,02	9,45	1,66	2,06	4,72	4,40	2,75	
205	r	w	24,00 ⁺	94	0,555	3,83	9,45	1,67	2,06	4,97	4,40	2,86	E
	l					3,93	9,45	1,67	2,06	5,03	4,56	2,92	
206	r	w	17,90	83	0,522	3,09	8,90	1,65	2,06	4,55	4,17	2,58	E
	l					2,95	8,67	1,65	2,06	4,23	4,40	2,58	
207	r	m	24,15	84	0,515	3,71	9,74	1,67	2,06	4,97	4,35	2,72	E
	l					3,65	9,39	1,67	2,06	5,03	4,26	2,86	
208	r	w	19,85	86	0,485	3,51	9,28	1,67	2,06	4,63	4,06	2,58	E
209	l	m	17,00	87	0,564	3,75	9,56	1,67	2,06	4,17	4,00	2,78	E
210	l	m	20,20	86	0,492	3,76	9,34	1,70	2,06	5,03	4,32	2,58	E
211	r	m	19,37	85	0,445	3,52	9,43	1,65	2,06	4,66	4,35	2,58	E
212	r	m	18,53	87	0,477	3,61	9,58	1,67	2,06	4,86	—	2,92	E
	l					3,71	9,42	1,67	2,00	4,86	4,57	3,03	
218	l	m	27,80	95	0,582	3,55	9,44	1,73	2,00	4,57	4,57	2,74	E
219	l	m	24,15	90	0,46	3,36	9,35	1,72	2,13	4,51	4,32	2,86	E
220	l	m	23,95	93	0,445	3,82	9,72	1,66	2,00	4,92	4,40	2,90	E
221	r	w	23,50	91	0,58	3,30	8,97	1,70	2,00	—	—	2,68	E
223	l	m	22,90	95	0,575	3,82	9,85	1,73	2,13	4,63	4,37	2,66	E
224	l	w	22,40	97	0,53	3,44	9,89	1,75	2,13	4,43	4,20	2,72	E
233	r	w	23,00 ⁺	90	0,55	3,87	9,23	1,67	2,00	4,66	4,29	2,78	E
237	r	w	24,50	85	0,55	3,30	9,40	1,75	2,00	4,52	4,23	2,69	E
238	l	w	25,60	83	0,54	3,44	9,44	1,73	2,20	—	4,37	2,86	E
239	l	m	14,90	78	0,48 ⁺	3,61	9,85	1,73	2,06	4,20	4,32	2,69	E
240	r	m	13,40	76	0,457	3,28	9,56	1,67	2,20	—	—	2,52	E
	l					3,28	9,56	1,67	2,20	—	—	2,69	
244	r	w	25,00 ⁺	100	0,592	3,64	9,91	1,79	2,20	4,92	4,60	3,14	E
	l					3,63	9,98	1,79	2,20	4,92	4,46	3,09	
252	r	m	26,50	95	0,595	—	9,65	1,72	2,13	—	—	—	E
	l					4,02 ⁺	9,72	1,70	2,13	—	4,32	2,69	
253	r	w	22,15	90	0,49 ⁺	3,30	9,28	1,75	2,06	4,15	3,79	2,57	E
	l					3,56	9,20	1,73	2,06	4,29	3,89	2,52	
254	r	m	14,65	80	0,45	3,29 ⁺	9,27	1,70	2,06	4,92	4,66	3,09	E
	l					3,10	9,27	1,70	2,06	4,92	4,72	3,06	
258	r	m	23,75	93	0,543	3,30 ⁺	9,22	1,73	2,00	4,78	4,32	2,72	E
	l					3,36	9,44	1,73	2,00	4,73	4,35	2,61	
259	r	m	24,80	95	0,512	3,50	9,63	1,75	2,13	4,92	4,56	2,97	E
	l					3,49	9,74	1,75	2,13	—	4,49	2,92	
261	l	w	15,60	79	0,49	3,35	9,23	1,73	2,13	4,60	4,40	2,48	E
275	r	m	15,65	78	0,545	4,02	9,85	1,76	2,20	4,95	4,72	2,74	E
	l					3,86	9,74	1,76	2,20	4,88	4,80	2,63	
276	l	m	15,05	82	0,46	3,92	9,78	1,75	2,20	4,68	4,68	2,69	E

Apodemus sylvaticus Linn. 1758 (Fortsetzung)

Nr.	G	KG	KRL	HG	LV	SL	SH	WZ	VB	HB	SB	GB	H	
288	r	m	17,30	82	0,515	3,49	9,24	1,75	2,13	4,97	4,57	2,48	12,02	E
	l					3,57	9,57	1,75	2,13	4,86	4,52	2,57	11,95	
291	r	w	18,55	87	0,607	3,46	9,45	1,72	2,00	4,55	4,42	2,63	11,60	E
	l					3,53	9,50	1,72	2,00	4,52	4,53	2,58	11,63	
292	r	m	22,75	94	0,657	3,09	9,78	1,72	2,13	4,29	4,20	2,54	11,03	E
299	r	w	22,25	90	0,630	3,56	9,42	1,69	2,06	4,92	4,40	2,57	11,89	E
	l					3,61	8,84	1,70	2,06	4,80	4,37	2,51	11,68	
300	r	m	25,20	92	0,615	3,80	9,22	1,69	2,13	4,40	4,06	2,63	11,09	E
	l					3,82	9,25	1,69	2,06	4,46	3,95	2,57	10,98	
302	l	m	15,55	80	0,555	3,84	9,29	1,69	2,00	4,86	4,12	2,63	11,61	E
303	r	m	18,00	85	0,59	3,59	9,42	1,72	2,00	4,29	4,18	2,45	10,92	E
	l					3,59	9,57	1,72	2,00	4,26	4,23	2,60	11,09	
306	r	m	24,70	80	0,605	3,48	9,74	1,72	2,20	4,83	4,49	2,69	12,01	E
	l					3,57	9,62	1,72	2,13	4,69	4,52	2,74	11,95	
307	r	w	16,55	83	0,525	3,61	9,74	1,75	2,13	4,63	4,35	2,86	11,84	E
	l					3,66	9,95	1,75	2,13	4,63	4,35	2,82	11,80	
309	r	m	18,75	87	0,578	3,57	9,74	1,72	2,06	4,80	4,28	3,09	12,17	E
	l					3,53	9,85	1,72	2,06	4,77	4,40	2,99	12,16	
310	r	m	16,05	85	0,555	3,94	10,00	1,75	2,13	4,60	4,52	3,06	12,18	E
	l					4,08	9,85	1,75	2,13	4,63	4,17	2,92	11,72	

Die Ordnung der Nagetiere — nach neuerer Systematik sind die Hasenartigen als Ordnung der Lagomorpha abgetrennt worden — zeigt bereits in unserer Gegend einen größeren Formenreichtum. 16 Arten konnten (einschließlich der Lagomorpha) bearbeitet werden.

Die Größenunterschiede zwischen kleinsten und größten Arten sind hier noch augenscheinlicher:

Körpergewicht	1: 200
Hirngewicht	1: 36
Körperlänge	1: 7
Labyrinthvolumen	1: 12
Schneckenlänge	1: 3
Bogengangslänge	1: 2

Die untersuchten Arten (*Sciurus*, *Glis*, *Cavia*; *Lepus* und *Cuniculus* ausgenommen) gehören zu den Muriden. In ihrem Aussehen zeigen sie viele gemeinsame Merkmale; besonders auffällig ist der keilförmige Kopf, der ohne stärkere Verjüngung in den kräftigen Körper übergeht. Ohrengröße und Schwanzlänge sind variabel, letzterer kann über Körperlänge erreichen. Die Färbung des Felles ist meist wildfarben mit Abweichungen nach rotbraun oder schwarzgrau und vielfach heller bis weißer Tönung der Bauchseite. Eichhörnchen und Siebenschläfer zeichnen sich durch einen buschigen Schwanz aus, beim Meerschweinchen fehlt er völlig. Die allgemein stärkere Ent-

wicklung der Hinterbeine tritt besonders beim Feldhasen und Kaninchen deutlich hervor. Bei ihnen sind auch die Ohrmuscheln sehr verlängert.

Die Felsenbeine sind mit den Nachbarknochen nicht verwachsen, sondern nur durch Nähte verbunden. Die Bulla ossea ist nur bei *Cavia* mit dem Felsenbein verwachsen. Nach Wegnahme des äußeren knöchernen Gehörganges sind durchwegs die Umrisse der Schnecke gut zu erkennen. Die Schnecke windet sich durchschnittlich 2.5mal um die Schneckenachse, wobei ihr Durchmesser stetig schwächer wird. Nur Bisamratte und Meerschweinchen haben höhere Windungszahlen. Bei dem zuletzt genannten tritt auch eine ganz andere Schneckenform auf, etwa einer stumpfen Schraube vergleichbar, während sonst meist eine pyramidenähnliche Form anzutreffen ist.

Von den 12 Arten heimischer Raubtiere wurden 8 Arten, allerdings nur jeweils 1 bis 2 Tiere, bearbeitet. Die Größenverhältnisse zwischen kleinster und größter Art betragen:

Körpergewicht	1:50
Hirngewicht	1:23
Körperlänge	1: 3
Labyrinthvolumen	1: 5
Schneckenlänge	1: 2
Bogengangslänge	1: 2

Die Tiere besitzen einen schlanken Körperbau mit einem von dem Körper durch einen wohlproportionierten Hals abgesetzten Kopf und einem kräftig entwickelten Schwanz. Zwischen Vorder- und Hinterextremität besteht kein solcher Größenunterschied wie bei den Nagern.

Das kräftige Felsenbein ist durch feste Nähte mit den Schädelknochen verbunden. Die stets mächtig entwickelte Bulla ossea ist mit dem Felsenbein nicht verwachsen. Die Umrisse der Schnecke sind nach Ablösung des äußeren knöchernen Gehörganges nur undeutlich zu erkennen. Die Schnecken weisen 3 bis 4 Windungen auf. Dabei ist die Basalwindung in ihrem Anfang besonders stark ausgebildet.

Die Tabelle 2 auf Seite 510 enthält die arithmetischen Mittelwerte der Meßergebnisse (Tabelle 1) der untersuchten Tierarten. Standen mehr als 4 Meßwerte zur Verfügung, so wurde der Zufallsbereich angegeben (1. Klammer); außerdem wurde, soweit möglich, die mitt-

c) Mittelwerte

Tabelle 2

Nr.	Tierart	Körpergewicht [g]	Kopf-Rumpf-Länge [mm]
1	Feldspitzmaus	6,54 (4,40—8,68) (1,63; 0,54)	60,30 (58,36—62,24) (1,48; 0,49)
2	Waldspitzmaus	9,01 (5,90—12,12) (2,41; 0,73)	67,10 (65,01—69,19) (1,61; 0,49)
3	Wasserspitzmaus	15,40 (1,92; 1,36)	78,00 (7,07; 5,02)
4	Maulwurf	65,40 (18,90; 10,90)	127,00 (20,00; 11,60)
5	Igel	558,80 (196,70; 98,35)	240,00 (24,80; 12,40)
6	Hausmaus	18,67 (16,61—20,73) (3,24; 0,62)	81,50 (77,32—85,68) (6,53; 1,26)
7	Waldmaus	20,66 (18,80—22,43) (3,85; 0,56)	88,00 (85,03—90,97) (6,63; 0,94)
8	Feldmaus	21,07 (3,79; 2,19)	94,70 (7,57; 4,37)
9	Erdmaus	23,80 (12,70—34,50) (3,92; 1,66)	97,60 (69,90—125,30) (9,83; 4,19)
10	Kurzoohrmaus	21,30 (3,50; 2,03)	94,30 (10,50; 6,35)
11	Rötelmaus	21,73 (16,29—27,17) (3,84; 1,28)	93,40 (88,30—98,50) (3,88; 1,29)
12	Schermäuse	88,00 (11,30; 5,65)	141,30 (10,30; 15,20)
13	Weißer Ratte	161,75 (58,10; 29,05)	165,00 (24,80; 12,40)
14	Wanderratte	197,23 (132,60—261,80) (49,80; 15,80)	178,50 (165,10—191,90) (10,30; 3,27)
15	Bisamratte	841,40 (665,60—1017,20) (94,40; 35,80)	271,40 (234,50—308,30) (19,90; 7,55)
16	Goldhamster	68,75 (12,10; 6,06)	119,30 (12,20; 6,10)
17	Siebenschlaf	78,30 (15,20; 8,80)	131,70 (7,65; 4,45)
18	Eichhörnchen	283,00 (78,90; 45,60)	218,30 (27,50; 16,90)
19	Meerschweinchen	641,00 (510,40—771,60) (81,60; 28,80)	256,30 (233,80—278,80) (14,07; 4,97)
20	Kaninchen	2750,00 (252,20; 145,80)	450,00* (455,50—672,50)
21	Feldhase	3730,00 (2807,00—4653,00) (311,00; 340,00)	564,00 (36,40; 16,40)
22	Kleines Wiesel	150,00*	200,00
23	Großes Wiesel	270,00*	237,50
24	Iltis	1400,00*	340,00
25	Steinmarder	2200,00*	430,00*
26	Edelmarder	2400,00*	450,00
27	Katze	4000,00	500,00
28	Fuchs	6500,00	530,00*
29	Hund	7560,00	560,00

Hirngewicht [g]	Labyrinthvolumen [mm ³]	Schneckenlänge [mm]	Bogengangslänge [mm]
0,126 (0,122—0,130) (0,002; 0,001)	1,54 (1,520—1,580) (0,032; 0,010)	6,54 (6,340—6,740) (0,177; 0,051)	9,07 (8,75—9,39) (0,25; 0,08)
0,175 (0,167—0,183) (0,005; 0,002)	1,47 (1,136—1,504) (0,028; 0,008)	5,52 (5,366—5,674) (0,135; 0,036)	9,00 (8,66—9,34) (0,17; 0,08)
0,26 — (0,014; 0,010)	2,35 — (0,113; 0,080)	6,47 — (0,071; 0,050)	10,73 — (0,59; 0,43)
0,943 — (0,080; 0,046)	4,89 — (0,280; 0,140)	10,61 — (0,090; 0,045)	17,02 — (0,50; 0,29)
3,48 — (0,160; 0,093)	15,05 — (0,800; 0,460)	11,58 — (0,250; 0,125)	20,98 — (0,94; 0,47)
0,44 (0,410—0,470) (0,046; 0,009)	2,83 (2,140—2,920) (0,174; 0,027)	9,08 (8,980—9,220) (0,280; 0,043)	10,57 (10,37—10,77) (0,38; 0,06)
0,531 (0,506—0,556) (0,053; 0,008)	3,59 (3,505—3,675) (0,236; 0,027)	9,50 (9,402—9,598) (0,270; 0,031)	11,80 (11,61—11,99) (0,53; 0,06)
0,518 — (0,039; 0,023)	4,31 — (0,344; 0,172)	11,41 — (0,400; 0,200)	13,22 — (0,58; 0,34)
0,53 —	5,46 (4,488—6,432) (0,345; 0,147)	13,23 (11,710—14,750) (0,540; 0,230)	12,61 (11,29—13,93) (0,34; 0,20)
0,517 — (0,035; 0,020)	3,72 — (0,230; 0,130)	12,78 — (0,350; 0,200)	10,99 — (0,07; 0,04)
0,528 (0,434—0,622) (0,067; 0,022)	4,28 (3,850—4,710) (0,320; 0,100)	11,17 (10,490—11,850) (0,540; 0,160)	12,10 (10,91—13,29) (0,39; 0,28)
1,24 — (0,107; 0,540)	6,89 — (0,236; 0,118)	13,47 — (0,180; 0,090)	15,68 — (0,30; 0,21)
1,90 — (0,319; 0,160)	7,49 — (0,389; 0,175)	12,16 — (0,120; 0,054)	16,04 — (0,42; 0,19)
2,07 (1,841—2,299) (0,178; 0,056)	8,42 (7,855—8,985) (0,498; 0,138)	13,53 (13,040—14,020) (0,430; 0,120)	17,40 (16,83—17,97) (0,35; 0,14)
4,80 (4,310—5,290) (0,270; 0,100)	18,50 (16,540—20,460) (1,140; 0,400)	19,16 (18,420—19,900) (0,410; 0,150)	21,98 (20,86—23,10) (0,67; 0,23)
0,905 — (0,060; 0,030)	5,04 — (0,140; 0,060)	11,02 — (0,240; 0,100)	11,77 — (0,16; 0,08)
1,35 — (0,089; 0,052)	6,78 — (0,360; 0,210)	14,22 — (0,470; 0,270)	17,59 — (0,06; 0,04)
5,43 — (0,486; 0,282)	17,42 — (1,130; 0,510)	17,93 — (0,360; 0,160)	25,04 — (0,80; 0,45)
4,03 (3,790—4,270) (0,150; 0,053)	26,33 (24,290—28,370) (1,340; 0,450)	26,00 (24,550—27,450) (0,960; 0,320)	20,84 (19,57—22,11) (0,68; 0,28)
10,53 — (0,640; 0,370)	33,45 — (3,240; 1,620)	20,73 — (0,530; 0,265)	33,59 — (0,83; 0,42)
16,02 (11,920—20,120) (1,390; 0,620)	32,46 (29,480—35,440) (1,220; 0,450)	21,03 (18,710—23,350) (0,960; 0,320)	32,17 (29,83—34,41) (0,83; 0,34)
2,80 —	11,90 —	17,91 —	15,50 ⁺ —
4,10 —	12,60 —	21,95 —	17,10 —
7,90 —	20,70 —	23,10 —	18,86 —
20,50 —	25,00 —	23,80 —	24,14 —
24,30 —	28,30 —	24,90 —	24,41 —
30,00 —	61,90 —	32,90 —	21,26 —
54,00 —	52,60 —	31,30 —	30,59 —
64,10 —	62,70 —	35,97 —	31,20 —

lere Abweichung σ und der mittlere Fehler des Mittelwertes σ_M vermerkt.

Die Zahlen der Abb. 2-6 (S. 513-515) bedeuten die laufenden Nummern aus Tabelle 2. Während in dieser Tabelle die Maßangaben in g, mm und mm³ erfolgten, wurden sie den Abb. 2-6 und der Tabelle 5 (S. 519) in g, cm und cm³ zugrunde gelegt.

d) Diskussion und Auswertung der Meßwerte

Die Meßwerte weichen von den in der Literatur zu findenden (Denker, Bonin, Brummelkamp, Hyrtl, Klatt, Rensch, Turkewitsch u. a.) teilweise ab. Vielfach sind es wohl individuelle Schwankungen, besonders bei den Angaben über Körperlänge, Hirn- und Körpergewicht. Auch geographische Variation kann hineinspielen.

Die hier meist kleineren Schneckenlängen und -höhen gegenüber den von Turkewitsch angegebenen Werten dürften darauf zurückzuführen sein, daß dieser die genannten Werte aus Knochenpräparaten der Schnecken nahm, während hier die Meßwerte von Metallausgüssen ermittelt wurden.

Vergleicht man Längen (L), Flächen (O) und Volumina (V), so ist die Oberfläche eine quadratische, das Volumen eine kubische Funktion der Länge. Wenn also etwa $O = c \cdot L^2$, $V = c' \cdot L^3$ (Bertalanffy), so ergibt sich durch Elimination von L :

$$O = \frac{c^2}{c'^3} \cdot V^{\frac{2}{3}} \text{ oder } O = c'' \cdot V^{\frac{2}{3}} \quad (c, c', c'' \text{ Konstante; } c'' = \frac{c^2}{c'^3})$$

oder allgemein: $y = b \cdot x^\alpha$ (Huxley und Theissier).

Trägt man die zusammengehörigen x- und y-Werte in ein Koordinatensystem, so erhält man als Kurvenbild eine parabelähnliche Kurve. Logarithmiert man die obige Gleichung, dann geht sie in die Form $\log y = \log b + \alpha \cdot \log x$ über; das ist die Gleichung einer Geraden. Zeichnet man nun die Wertepaare in ein doppelt logarithmisches Koordinatensystem ein, so ergibt sich demgemäß eine Gerade.

Um festzustellen, ob zwischen Körpergewicht einerseits und Hirngewicht, Kopf-Rumpf-Länge, Labyrinthvolumen, Schnecken- und Bogengangslänge andererseits irgendwelche gesetzmäßige Beziehungen existieren, wurden in doppelt logarithmische Koordinatensysteme die angegebenen Mittelwerte eingetragen, und zwar als Abszissen jeweils die Körpergewichte und als Ordinaten die anderen oben angegebenen Größen (Abb. 2-6). Die Meßpunkte ergeben an-

nähernd lineare Anordnungen mit folgenden Richtungsfaktoren
(α der obigen Formel):

- Hirngewicht — Körpergewicht $2/3$
- Kopf-Rumpf-Länge — Körpergewicht $1/3$
- Labyrinthvolumen — Körpergewicht $1/2$
- Schneckenlänge — Körpergewicht $1/6$
- Bogengangslänge — Körpergewicht $1/6$.

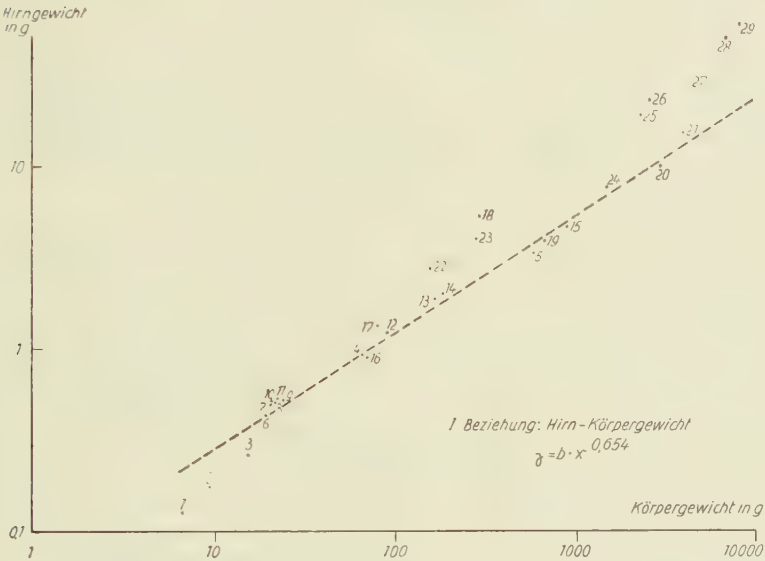


Abb. 2

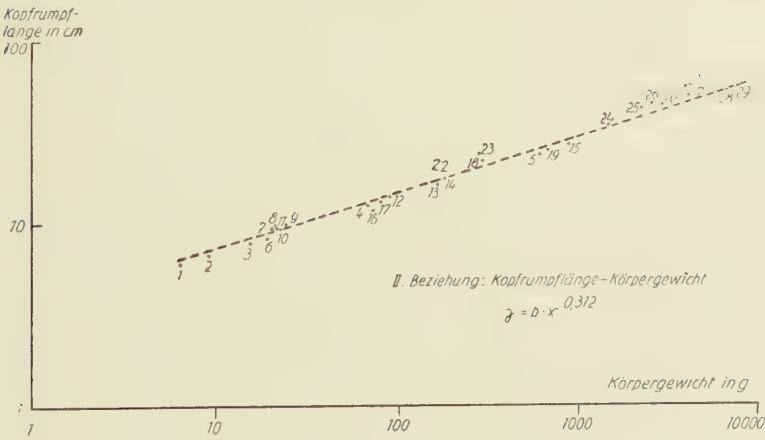


Abb. 3

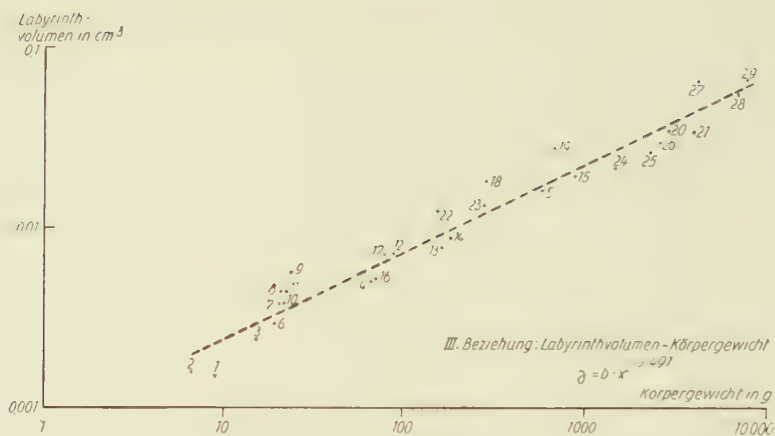


Abb. 4

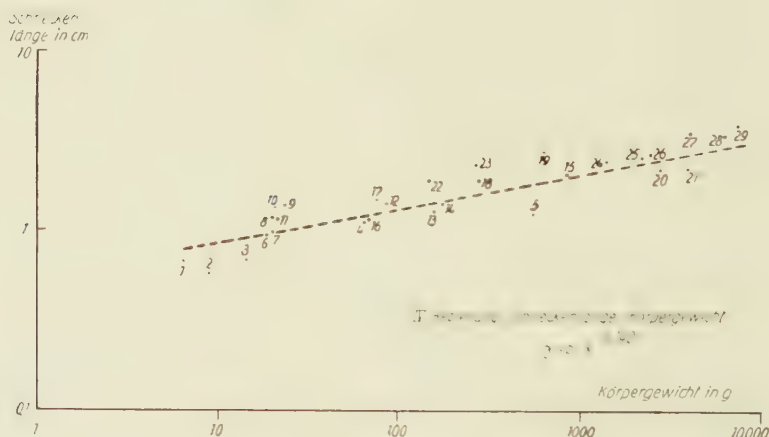


Abb. 5

Zur Prüfung, ob wirklich eindeutige lineare Beziehungen zwischen den jeweiligen Vergleichsgrößen vorliegen, wurden die Korrelationskoeffizienten r (an Hand von Korrelationstafeln) berechnet; die

Korrelationskoeffizienten $r = \frac{\sum_i (x_i - M_x) (y_i - M_y)}{\sqrt{\sum_i (x_i - M_x)^2 \sum_i (y_i - M_y)^2}}$ dienen zur

Messung der Stärke (Strammheit) eines geradlinigen Zusammenhanges zwischen zwei Veränderlichen x und y (Koller). Außerdem wurden gleicherweise die Regressionskoeffizienten

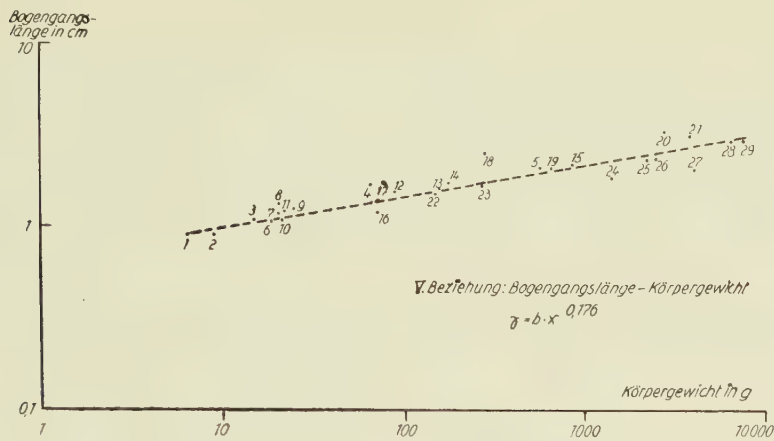


Abb. 6

$$R = \frac{\sum_i (x_i - M_x) (y_i - M_y)}{\sum_i (x_i - M_x)^2}$$
 bestimmt, wobei x_i und y_i die Logarithmen

der Meßwerte in Tabelle 1, M_x und M_y die Logarithmen der Mittelwerte von Tabelle 2 sind. Die R-Werte stellen die Richtungskoeffizienten der den Meßpunkten sich am besten anpassenden Geraden dar und entsprechen somit den Exponenten α in der Formel $y = b \cdot x^\alpha$.

Die Berechnung von r und R wurde für jede Beziehung viermal durchgeführt:

- 1. für die Gesamtheit der untersuchten Tiere (Gesamt),
- 2. für die untersuchten Insektenfresser (Insektenfresser),
- 3. für die untersuchten Nager und Hasenartigen (Nager),
- 4. für die kleine Gruppe der untersuchten Raubtiere (Raubtiere).

Nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse.

Tabelle 3
Korrelationskoeffizienten r

Beziehung	Gesamt	Insektenfresser	Nager	Raubtiere
I. Gehirngewicht — Körpergewicht	0,988	0,997	0,926	0,942
II. Kopf-Rumpf-Länge — Körpergewicht	0,984	0,990	0,995	0,807
III. Labyrinthvolumen — Körpergewicht	0,983	0,991	0,986	0,942
IV. Schneckenlänge — Körpergewicht	0,957	0,883	0,979	0,867
V. Bogengangslänge — Körpergewicht	0,958	0,970	0,956	0,932

Regressionskoeffizienten R

Beziehung	Gesamt	Insekten- fresser	Nager	Raubtiere
I. Gehirngewicht — Körpergewicht	0,654	0,752	0,627	0,759
II. Kopf-Rumpf-Länge — Körpergewicht	0,312	0,274	0,327	0,210
III. Labyrinthvolumen — Körpergewicht	0,491	0,532	0,486	0,443
IV. Schneckenlänge — Körpergewicht	0,192	0,167	0,210	0,137
V. Bogengangslänge — Körpergewicht	0,176	0,208	0,171	0,165

Alle Korrelationskoeffizienten haben solche Werte, daß ein statistisch gesicherter geradliniger Zusammenhang zwischen den Vergleichsgrößen besteht, und zwar im Sinne einer Zunahme. Diese positive Linearität in einem doppelt logarithmischen System bedeutet, daß wirklich zwischen den Variablen Beziehungen von der Form $y = b \cdot x^x$ existieren.

Wie die Tabelle 3 der Regressions- (= Richtungs-) koeffizienten R (entsprechend dem α der obigen Formel) aufweist, sind sämtliche Werte kleiner als 1. Das besagt, daß mit zunehmendem x (Körpergewicht) die Beziehungsgrößen y (Hirngewicht, Kopf-Rumpf-Länge, Labyrinthvolumen, Schnecken- und Bogengangslänge) nicht in gleichem, sondern geringerem Maße zunehmen; es liegt eine negative Allometrie vor.

Bonin hat in der Beziehung zwischen Hirn- (E) und Körpergewicht (S) $E = k \cdot S^r$ an zahlreichem Säugetierrmaterial r mit 0,655 bestimmt. Der hier an der Gesamtheit der untersuchten Tiere errechnete Faktor von 0,654 stimmt mit dem von Bonin angegebenen Wert fast völlig überein. Schon Dubois vermutete eine derartige Beziehung zwischen Hirn- und Körpergewicht, bei der das Gehirn als Flächenfunktion dem Volumen (Gewicht) des Körpers gegenübersteht. Er fand allerdings an Stelle des theoretisch zu erwartenden Wertes $2/3$ den viel stärker abweichenden Wert von 0,58. Für die von Count (nach Bertalanffy) angegebene Parabel $\log y = \log b + a \cdot \log x + c \cdot (\log x)^2$ für die Säugetiere ergaben sich keine Anhaltspunkte.

Schon seit langem sind Untersuchungen durchgeführt worden, aus der Beziehung zwischen Hirn- und Körpergewicht auf die Ranghöhe der Entwicklungsstufe verschiedener Tierarten zu schließen (Snell, Dubois u. a.). Maltaner gab hierzu eine neue Vergleichsgröße an.

Er nennt sie Komparabilwert = $\frac{\text{Hirngewicht}^2}{\text{Körpergewicht}}$. Dieser Größe zu-

folge sollen sich die Wirbeltiere (Säuger, Vögel, auch niedere Wirbeltiere) nach ihrer Ranghöhe gut einordnen lassen. Schreibt man den Komparabilwert als allgemeine Gleichung $p = \frac{y^2}{x}$, so ergibt sich daraus $y = b \cdot x^{1/2}$ (mit $b = p^{1/2}$). Das würde bedeuten: In einem doppelt logarithmischen Koordinatensystem müßten die Meßwerte auf einer Geraden liegen beziehungsweise sich um eine solche gruppieren, deren Richtungsfaktor $1/2$ ist. Das steht jedoch im Widerspruch zu den an Säugetieren gemachten Erfahrungen und auch zu den von Maltaner selbst angegebenen bzw. zitierten Hirn- und Körpergewichten.

Mehr den Tatsachen entsprechen dürfte die folgende Größe; sie soll einstweilen mit Hirnindex $= \frac{\text{Hirngewicht}^3}{\text{Körpergewicht}^2}$ bezeichnet werden.

Aus dieser Beziehung läßt sich die der Wirklichkeit sehr nahe kommende Funktion $y = b \cdot x^{2/3}$ ableiten. Der Hirnindex liegt danach für den Menschen in der Größenordnung 1 (z. B. Hirngewicht 1400 g, Körpergewicht 52500 g), für alle Wirbeltiere mehr oder weniger unter 1.

Rensch hat für seine vergleichenden Untersuchungen bei Vögeln die Gewichtslänge $= \text{Körpergewicht}^{1/3}$ eingeführt. Wie die Tabelle 3 der Richtungskoeffizienten zeigt, ergibt sich für die Beziehung Kopf-Rumpf-Länge — Körpergewicht der Wert 0.312; er gleicht sich in guter Übereinstimmung dem theoretischen Wert $1/3$ an.

Es fällt auf, daß die Regressionskoeffizienten für das Labyrinth und besonders für Schnecken- und Bogengangslänge erheblich niedriger sind als für das Gehirn. In Hinblick auf die hohen Korrelationskoeffizienten können diese Unterschiede als wirklich vorhanden angesehen werden. Wir haben hier vielleicht folgenden Zusammenhang. Die Funktion eines komplexen Sinnesorgans, wie des Labyrinths der Wirbeltiere, setzt eine gewisse Mindestgröße voraus. Durch Größenzunahme läßt sich andererseits nicht eine proportionale Leistungssteigerung erreichen. Ganz anders ist dies beim Gehirn, dessen Größe in erster Näherung der Leistung ungefähr entspricht. Wenn auch die untersuchten Tiergruppen keine stammesgeschichtliche Reihe darstellen, so dürfen wir doch annehmen, daß solche Proportionsunterschiede wie zwischen heute lebenden Tieren auch phylogenetisch in grundsätzlich ähnlicher Weise aufgetreten sind (Rensch). Unter diesen Gesichtspunkten kann man die unterschiedliche Allometrie zwischen Körpergewicht — Hirn einerseits und

Körpergewicht — Labyrinth andererseits stammesgeschichtlich-funktionell verstehen. Das Labyrinth dürfte für solche Betrachtungen günstiger sein als etwa die Augen, weil durch sekundäre Änderungen der Lebensweise (z. B. Maulwurf gegenüber dem Tagtier Eichhorn) seine Funktion weniger betroffen wird.

Im ganzen fügen sich die hier ermittelten Maßwerte den bisherigen Ergebnissen auf diesem Gebiet gut ein und erweitern sie an einem wohl aus technischen Gründen bisher nicht genügend berücksichtigten Organ.

Um festzustellen, ob die an den Gruppen der Insektenfresser, Nager und Raubtiere einzeln aufgestellten Beziehungen untereinander statistisch gesicherte echte Unterschiede aufweisen, wurden mittels graphischer Tafeln (Koller) die Korrelationskoeffizienten in die Korrelationszahlen verwandelt und diese dann verglichen. Keine gesicherten Unterschiede waren festzustellen in der Beziehung

- I. Gehirngewicht — Körpergewicht
zwischen Insektenfressern und Nagern.
- II. Kopf-Rumpf-Länge — Körpergewicht
zwischen Insektenfressern und Nagern.
- III. Labyrinthvolumen — Körpergewicht
zwischen Insektenfressern und Nagern,
zwischen Insektenfressern und Raubtieren,
zwischen Nagern und Raubtieren.
- IV. Schneckenlänge — Körpergewicht
zwischen Insektenfressern und Raubtieren,
zwischen Nagern und Raubtieren.
- V. Bogengangslänge — Körpergewicht
zwischen Insektenfressern und Nagern,
zwischen Insektenfressern und Raubtieren,
zwischen Nagern und Raubtieren.

Vergleicht man die für die Gesamtbeziehungen gefundenen Richtungskoeffizienten mit den theoretisch wahrscheinlichen, so ergeben sich nur geringe Abweichungen (Tab. 4).

Mit den in der Tabelle 3 angegebenen Regressions(Richtungs-)koeffizienten ($R = r$) wurden aus der Beziehung $y = b \cdot x^\alpha$ für jede Tierart zu jeder Beziehung die Konstanten b bestimmt (Tab. 5).

Tabelle 4

Beziehung	Wirklicher Richtungs- koeffizient	Theoretischer Richtungs- koeffizient	Abweichung (% a)
I. Gehirngewicht — Körpergewicht	0,654	$\frac{2}{3}$	1,9
II. Kopf-Rumpf-Länge — Körpergewicht	0,312	$\frac{1}{3}$	6,3
III. Labyrinthvolumen — Körpergewicht	0,491	$\frac{1}{2}$	2,0
IV. Schneckenlänge — Körpergewicht	0,192	$\frac{1}{6}$ ($\frac{1}{5}$)	15 (4)
V. Bogengangslänge — Körpergewicht	0,176	$\frac{1}{6}$	5,4

Tabelle 5

Die Konstanten b für die Beziehung

Nr.	Tierart	Körpergewicht und Hingewicht	Kopf- Rumpf- Länge	Labyrinth- volumen	Schnecken- länge	Bogengangs- länge
		[g]	[cm]	[cm ³]	[cm]	[cm]
1	Feldspitzmaus	0,037	3,36	$6,12 \cdot 10^{-4}$	0,457	0,652
2	Waldspitzmaus	0,042	3,38	$5,02 \cdot 10^{-4}$	0,352	0,614
3	Wasserspitzmaus	0,044	3,55	$6,14 \cdot 10^{-4}$	0,383	0,689
4	Maulwurf	0,061	3,45	$6,30 \cdot 10^{-4}$	0,475	0,815
5	Igel	0,056	2,65	$6,81 \cdot 10^{-4}$	0,344	0,687
6	Hausmaus	0,065	3,26	$6,75 \cdot 10^{-4}$	0,518	0,631
7	Waldmaus	0,073	3,42	$8,11 \cdot 10^{-4}$	0,530	0,692
8	Feldmaus	0,070	3,66	$9,65 \cdot 10^{-4}$	0,635	0,778
9	Erdmaus	0,067	3,66	$11,62 \cdot 10^{-4}$	0,721	0,723
10	Kurzzohrmaus	0,070	3,63	$8,26 \cdot 10^{-4}$	0,710	0,640
11	Rötelmaus	0,071	3,58	$9,20 \cdot 10^{-4}$	0,618	0,705
12	Scherm Maus	0,066	3,50	$7,46 \cdot 10^{-4}$	0,569	0,713
13	Weiß Ratte	0,069	3,49	$6,22 \cdot 10^{-4}$	0,487	0,711
14	Wanderratte	0,065	3,44	$6,32 \cdot 10^{-4}$	0,492	0,684
15	Bisamratte	0,058	3,31	$6,79 \cdot 10^{-4}$	0,525	0,672
16	Goldhamster	0,057	3,19	$6,34 \cdot 10^{-4}$	0,589	0,585
17	Siebenschläfer	0,078	3,38	$8,00 \cdot 10^{-4}$	0,615	0,816
18	Eichhörnchen	0,135	3,76	$10,97 \cdot 10^{-4}$	0,607	0,929
19	Meerschweinchen	0,059	3,43	$11,10 \cdot 10^{-4}$	0,752	0,669
20	Kaninchen	0,060	3,81	$8,75 \cdot 10^{-4}$	0,453	0,891
21	Feldhase	0,074	4,32	$5,77 \cdot 10^{-4}$	0,435	0,754
22	Kleines Wiesel	0,106	4,19	$10,21 \cdot 10^{-4}$	0,685	0,642
23	Großes Wiesel	0,105	4,13	$8,10 \cdot 10^{-4}$	0,750	0,638
24	Ilitis	0,070	3,56	$5,97 \cdot 10^{-4}$	0,575	0,529
25	Steinmarder	0,135	3,92	$5,75 \cdot 10^{-4}$	0,542	0,621
26	Edelmarder	0,148	3,99	$6,20 \cdot 10^{-4}$	0,557	0,621
27	Katze	0,131	3,76	$10,83 \cdot 10^{-4}$	0,531	0,495
28	Fuchs	0,172	3,42	$7,13 \cdot 10^{-4}$	0,580	0,654
29	Hund	0,187	2,81	$7,89 \cdot 10^{-4}$	0,646	0,647

Die Konstanten b der Tabelle 5 ermöglichen am besten Vergleiche über die Höhe der Entwicklung der untersuchten Beziehungen. Innerhalb der Ordnung der Insectivora zeigt der Maulwurf nicht nur den höchsten Cephalisationskoeffizienten (Bezeichnung für die Konstante der Beziehung $\text{Hirn} \sim \text{Körpergewicht}$), sondern auch die größten Schnecken- und Bogengangskoeffizienten und den zweitgrößten Labyrinth- und Längenkoeffizienten. Das ist wohl kein Zufall; denn der Maulwurf unterscheidet sich von den übrigen Insektenfressern durch seine besondere unterirdische Lebensweise ganz erheblich. Die Reduktion seines Lichtsinnesorganes erfordert, so kann man vermuten, einen Ausgleich, der in der hohen Entwicklung des Gehirns und des statischen Apparates seinen Ausdruck findet und ihm in Verbindung mit anderem die Existenz unter der Erde vielleicht erst ermöglicht. Die Wasserspitzmaus weist den höchsten Längen- und zweitgrößten Bogengangskoeffizienten auf. Auch dies läßt sich in gewissem Maße als Anpassung an das Leben am und im Wasser verstehen. Der hohe Labyrinth- und Hirnkoeffizient beim Igel könnten als Entsprechung zu dem als plump und unbeweglich erscheinenden Körperbau (kleinster Längenkoeffizient) betrachtet werden.

Bei den Rodentia (einschließlich der Lagomorpha) fällt das Eichhörnchen mit seinen hohen Hirn-, Labyrinth- und Bogengangskoeffizienten auf. Ähnliches gilt, wenn auch nicht so ausgeprägt, für den Siebenschläfer. Beide Tiere haben sich in ihrem Lebensraum auch die dritte Dimension des Raumes erobert, dessen sichere Beherrschung große Anforderungen an die beteiligten Sinnesorgane stellt. Von den zum Teil unterirdisch lebenden Nagern zeigt nur die Erdmaus einen extremen Labyrinthkoeffizienten. Feldhase und Kaninchen, zwei schnelle Fluchttiere, haben die größten Längen- und Bogengangskoeffizienten.

Nicht nur unter den Carnivora, sondern überhaupt ragen Hund und Fuchs durch ihre hohen Cephalisationskoeffizienten hervor; sie können in dieser Hinsicht als die höchstentwickelten Tiere der Untersuchungsreihe gelten. Das steht im Einklang mit den Intelligenzleistungen, zu denen diese Tiere fähig sind. Großes und kleines Wiesel zeigen den größten Längenkoeffizienten und hohe Labyrinthkoeffizienten. Diese beiden Tiere sind besonders flink und behend. Die Katze besitzt den höchsten Labyrinthkoeffizienten; von ihr weiß man, daß sie einen sehr empfindlichen Gleichgewichtssinn hat.

All diese Deutungen dürfen nur als Versuche zum Verständnis für die nicht sehr großen Abweichungen von der strengen Allometrieformel aufgefaßt werden. Es handelt sich um Variationen, die ganz im biologischen Schwankungsbereich der Allometrieregeln liegen.

e) Schlußbetrachtung

In der vorliegenden Arbeit wurden an einheimischen Säugetieren (Insektenfressern, Nagern, Raubtieren) Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Körpergewicht, Hirngewicht, Kopf-Rumpf-Länge, Labyrinthvolumen, Schneckenlänge und Bogengangslänge durchgeführt. Dabei konnte nicht nur die bekannte Tatsache der negativ allometrischen Beziehung zwischen Hirn- und Körpergewicht bestätigt werden, sondern es ergaben sich ähnliche Verhältnisse für die Kopf-Rumpf-Länge und das statoakustische Organ. Im letzten Fall erwiesen sich sowohl das Gesamtlabyrinth hinsichtlich seines Volumens als auch hinsichtlich seiner funktionell verschiedenen Teile, wie Schnecke und Bogengangsapparat, in negativ allometrischer Beziehung stehend. Damit läßt sich der in der Einleitung formulierte 1. Punkt folgendermaßen erweitern:

Bei Vergleich verschieden großer verwandter Tierarten mit ähnlicher Lebensweise erweisen sich die Köpfe, Hirne, Augäpfel, Ohrlabyrinth, Herzen, Lebern, Nieren und Körperlängen als relativ kleiner als bei kleineren Formen.

f) Zusammenfassung

1. Die Körpergewichte, Kopf-Rumpf-Längen, Hirngewichte, Labyrinthvolumina, Schnecken- und Bogengangslängen von 29 Arten von Insektenfressern, Nagern und Raubtieren wurden bei insgesamt 186 Individuen bestimmt.

2. Aus der Beziehung zwischen Körper- und Hirngewicht wurde der Hirnindex $= \frac{\text{Hirngewicht}^3}{\text{Körpergewicht}^2}$ als Vergleichsgröße für die Höhe der Entwicklung eingeführt.

3. Für das Labyrinth, den Sitz des statoakustischen Organes, konnten insgesamt sowie für seine beiden funktionell verschiedenen Teile negativ allometrische Beziehungen festgestellt werden; das bedeutet: Je größer eine der untersuchten Tierarten war, desto relativ kleiner erwies sich das Labyrinth.

4. Schrifttum

- Alexander, G.: Beiträge zur Morphologie des Ohrlabyrinths. *Zentralbl. f. Physiologie* **14** (1900). — Bertalanffy, L. v., und Pironzynski, W. J.: Ontogenetic and evolutionary allometry. *Evolution* **6** (1952), 387—392. — Bertalanffy, L. v.: Theoretische Biologie. **2** (1952). — Biscoff, Th. L. W. V.: Das Hirngewicht des Menschen (1880). — Bonin, G. v.: Brain weight and body weight of mammals. *J. gen. Psych.* **16** (1937), 379—389. — Brohmer, P.: Die Tierwelt Mitteleuropas. **2**, I (1937), 21. — Brohmer, P.: Die Tierwelt Mitteleuropas. **7**, III (1929), 29—41. — Brummelkamp, R.: Das Wachstum der Gehirnmasse mit kleinen Cephalisierungssprüngen (sog. $\sqrt{2}$ Sprüngen) bei den Rodentia. *Acta Neerland. Morph.* **2** (1939), 188—194. — Denker, A.: Zur Anatomie des Gehörorganes der Säugetiere. *Arch. f. Anat.* (3, 4) (1899). — Denker, A.: Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das Gehörorgan der Säugetiere nach Korrosionspräparaten und Knochenschnitten (1899). — Dubois, E.: Über die Abhängigkeit des Hirngewichtes von der Körpergröße. *Arch. f. Anthropol.* **25** (1898), 1—28. — Dubois, E.: Die gesetzmäßige Beziehung von Gehirnmasse zur Körpergröße. *Zsch. f. Morph. u. Anthropol.* **18** (1914), 323—350. — Ebner, V. v.: Schnecke und Schneckengang. *Köllickers Handbuch der Gewebelehre des Menschen* **3** (2), (1902). — Ellerman, J. R., and Morrison-Scott, T. C. S.: Checklist of Palaearctic and Indian Mammals. 1758—1946. (1951). — Fortuyn, A. B. D.: The cephalizationfactor in the hamster and the mouse. *Psychiat. en. Neur. Blad.* (1934). — Geigy, R., und Portmann, A.: Versuch einer morphologischen Ordnung der tierischen Entwicklungsgänge. *Die Naturwissenschaften* **29** (1941). — Hafner, K.: Die knöcherne Labyrinthkapsel der Nagetiere. *Arch. f. Ohr. Heilk.* **137** (1933), 282—305. — Held, H.: Die Cochlea der Säuger und der Vögel, ihre Entwicklung und ihr Bau. *Handb. d. norm. u. path. Physiol.* **11** (1926), 467—534. — Hensen, V.: Zur Morphologie der Schnecke des Menschen und der Säugetiere. *Zeitschr. f. wissensch. Zool.* **10** (1863). — Hosemann, H.: Die Grundlagen der statistischen Methoden für Mediziner und Biologen. (1949). — Huxley, J. S.: Problems of relative growth. (1932). — Huxley, J. S., und Theissier, G.: Zur Terminologie des relativen Größenwachstums. *Biol. Zbl.* **56** (1936), 381—383. — Hyrtl, J.: Vergleichend anatomische Untersuchungen über das innere Gehörorgan des Menschen und der Säugetiere (1845). — Hyrtl, J.: Die Korrosionsanatomie und ihre Ergebnisse (1873). — Keen, J. A.: A note on the comparative size of the cochlear canal in mammals. *J. of Anat.* **73** (4), (1939), 592—596. — Keen, J. A.: The comparative anatomy of the promontory region and of the bony cochlea in mammals. *Trans. Roy. Soc. S. Africa* **29** (2), (1943), 49—57. — Klatt, B.: Zur Methodik vergleichender metrischer Untersuchungen, besonders des Herzgewichtes. *Biol. Zbl.* **39** (1919), 406—421. — Koller, S.: Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen (1953). — Kolmer, W.: Bau der statischen Organe. *Handb. d. norm. u. path. Phys.* **11** (1926), 767—790. — Maltaner, H.: Der Komparabilwert des Gehirns und die Methoden zur Bestimmung der Ranghöhe von Wirbeltieren. *Säugetierkundliche Mitteilungen* **1** (1952). — Mohr, E.: Die freilebenden Nagetiere Deutschlands und der Nachbarländer (1954). — Pearl, R.: Variation and

correlation in brain-weight. *Biometrika* **4** (1905), 13—104. — Perlin, S.: The width of the basilar membrane in the guinea pig. *J. Exp. Psychol.* **36** (2), (1946), 129—133. — Plate, L.: Allgemeine Zoologie und Abstammungslehre **2** (1924). — Portmann, A.: Die Ontogenese und das Problem der morphologischen Wertigkeit. *Revue Suisse de Zool.* **49** (1942), 169—185. — Portmann, A.: Einführung in die vergleichende Morphologie der Wirbeltiere (1948). — Portmann, A.: Die Ontogenese der Säuger als Evolutionsproblem. *Bio-Morphosis* **1** (1938). — Rensch, B.: Neuere Probleme der Abstammungslehre. 1947 (1954). — Rensch, B.: Organproportionen und Körpergröße bei Vögeln und Säugetieren. *Zool. Jahrb. Abt. Allg. Zool. u. Physiol. Tiere* **61** (4), (1948), 337—412. — Retzius, G.: Das Gehörorgan der Wirbeltiere **1** und **2**, 1881 (1884). — Siebenmann, F.: Mittelohr und Labyrinth. v. Bardeleben's. Handbuch d. Anat. d. Menschen **5** (2), (1897), 205—208. — Siebenmann, F.: Über die Injektion der Knochenkanäle des *Aquaeductus vestibuli et cochleae* mit Woodschem Metall (1899). — Snell, O.: Die Abhängigkeit des Hirngewichtes von dem Körpergewicht und den geistigen Fähigkeiten. *Arch. f. Psychiat.* **23** (1891), 436—446. — Snell, O.: Das Gewicht des Gehirns und des Hirnmantels der Säugetiere in Beziehung zu deren geistigen Fähigkeiten. *Münch. med. Wochenschr.* **39** (1892). — Schwalbe, G.: Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane (1898). — Turkewitsch, B. G.: Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das knöcherne Labyrinth der Säugetiere (*Crus commune*). *Gegenbaurs Morph. Jb.* **72** (1932), 93—102. — Turkewitsch, B. G.: Zur Anatomie des Gehörorgans der Säugetiere (*Canales semicirculares*). *Anat. Anz.* **76** (1933), 369—408. — Turkewitsch, B. G.: Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Cochlea der Säugetiere (*Aquaeductus cochleae et fenestrae cochleae*). *Anat. Anz.* **78** (1934), 155—166. — Turkewitsch, B. G.: Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das knöcherne innere Gehörorgan der Säugetiere (*Cochlea*). *Zschr. f. wissensch. Zool.* **145** (1934), 39—65. — Turkewitsch, B. G.: Comparative anatomical investigations of the osseous labyrinth (vestibule) in mammals. *Amer. J. Anat.* **57** (1935), 503—543. — Veit, O.: Über das Problem Wirbeltierkopf. (1947). — Warneke, P.: Mitteilungen neuer Gehirn- und Körpergewichtsbestimmungen. *J. f. Psychol. u. Neur.* **13** (1908), 335—403. — Weber, E.: Grundriß der biologischen Statistik. (1948). — Werner, E. F.: Das Ohrlabyrinth der Tiere. *Passow-Schaefers Beitr.* **30** (1933), 390—408. — Westoll, T. S.: The mammalian middle ear. *Nature* **155** (1945), 114—115.

Lebenslauf

Am 31. 8. 1920 wurde ich in Bamberg als Sohn des 1954 verstorbenen Oberzollinspektors Joseph Müller und seiner Ehefrau Karoline geboren. In Bamberg besuchte ich die Volksschule und die höhere Schule bis zur Einberufung zum Wehrdienst im Jahre 1939. Von 1942—44 studierte ich in Würzburg Medizin. Mein naturwissenschaftliches Studium, das ich nach Rückkehr aus Kriegsgefangenschaft 1949 in Bamberg begonnen hatte, beendete ich 1952 in Erlangen mit dem Staatsexamen. Seit 1953 bin ich im höheren Schuldienst tätig, zur Zeit an der Oberrealschule in Hof.

Meine wissenschaftliche Ausbildung verdanke ich folgenden Professoren und Dozenten:

Armsen, Briegleb, Burgeff, Elze, Fischel, Fischer, Gauckler, Günther, Harms, Haupt, v. Hayek, Hilsch, Just, Kappos, Neuhaus, Nöbeling, Opitz, Rübner, Schleip, Schöberl, Schwemmle, Specht, Stammer, Tunk, v. Veh, Völker, Volz und Zillig.

Herrn Prof. Dr. Neuhaus danke ich für das Thema und zahlreiche Anregungen, Herrn Prof. Dr. Stammer, Vorstand des Zoologischen Instituts der Universität Erlangen, für den Arbeitsplatz und wertvolles Tiermaterial. Mein Dank gilt weiterhin all jenen, die mich bei der Beschaffung der Tiere unterstützten, insbesondere meinem Kollegen Dr. Kraus, der mir vielfach bei der Tierbestimmung beratend zur Seite stand.

